



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ N.º de publicación: ES 2 031 413

⑫ Número de solicitud: 9002677

⑤① Int. Cl.⁵: H01Q 1/38

H01Q 9/04

H01Q 1/27

⑫

PATENTE DE INVENCION

A6

⑫② Fecha de presentación: **23.10.90**

⑫⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **01.12.92**

⑫⑤ Fecha de publicación del folleto de patente:
01.12.92

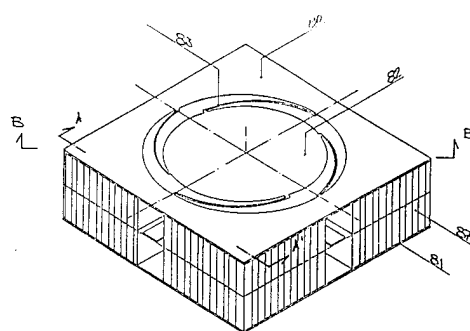
⑦③ Titular/es:
**Consejo Superior Investigaciones Científicas
Serrano, 117
Madrid, ES
Construcciones Aeronáuticas, S.A.**

⑦② Inventor/es:
**López López, Gaspar y
Vassal'lo Sanz, Juan**

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Sistema estructural de apertura radiante con cavidad trasera y agujero-parche, en tecnología de nido de abeja.**

⑤⑦ Resumen:
El objeto de esta patente es un sistema estructural autoportante, con bajo peso y libre de descargas electrostáticas, especialmente cualificado para avión y ambiente espacial, que es aplicado a dos tipos diferentes de antenas (radiador de cavidad y agujero-parche) y a la línea de sustrato suspendido, la cual tiene aplicación especial en estas antenas.



DESCRIPCION

Los últimos trabajos en antenas impresas han puesto de manifiesto los problemas que presentan la tecnología microbanda en ambiente espacial:

De un lado, el tamaño de los radiadores, cuando la permitividad del sustrato es muy baja, llega a hacer imposible que el circuito de distribución pueda caber en el espacio entre radiadores. Una segunda capa puede emplearse para solucionar este problema, pero lleva aparejada un incremento en peso de la antena, junto con la posibilidad de aparición de potenciales flotantes si la alimentación de los radiadores se realiza por acoplo electromagnético. Si para resolver este último problema se emplean puntos de soldadura, además de encarecer el producto, pueden aparecer problemas por intermodulación pasiva en las soldaduras si la antena es transmisora y receptora.

De otro lado, se hace necesario el empleo de una pintura térmica especial, o de películas transparentes en radiofrecuencia, para proteger la antena, además de una compleja estructura mecánica que es necesaria para conseguir la rigidez requerida. Esto hace que el pequeño espesor que caracteriza a los radiadores microbanda, degeneren en una fruesa y compacta estructura.

Una alternativa para evitar estos problemas, podría ser un agujero hecho en uno de los planos de masa de una línea triplaca, sin contener ningún elemento resonante, pero esta solución presenta un tamaño cercano a la longitud de onda, lo cual descalifica al radiador para su empleo en un alineamiento. Sin embargo, es posible tener un tamaño apropiado de agujero radiante, si el plano de masa del radiador se coloca a una distancia aproximada de un cuarto de la longitud de onda, tal como se hace en la referencia bibliográfica 2. Esta configuración, al tener que añadirle la estructura soporte, presenta serios problemas de espesor y peso.

Otra alternativa que reduce el espesor de la antena al tamaño de la línea de alimentación, es utilizar un radiador microbanda con un material dieléctrico de baja permitividad para separar y soportar las capas metálicas fotograbadas que configuran los radiadores (parches) y el circuito de alimentación, tal como se hace en la referencia bibliográfica 3. Sin embargo, el empleo de materiales dieléctricos en ambiente espacial conlleva otro tipo de problemas tales como el bajo nivel de "outgassing" necesario para no contaminar otros aparatos, o el nivel de absorción de radiación, del cual depende el tiempo de vida de la antena.

El sistema estructural radiante objeto de esta patente, está formado por una estructura soporte de nido de abeja metálico, donde se embuten los elementos radiantes y el circuito de alimentación. Es un sistema radiante autoportante plano, de muy bajo peso y pequeño espesor, apto para aplicaciones espaciales y aeronáuticas.

Este sistema estructural admite dos tipos diferentes de radiadores, denominados como Apertura radiante con cavidad trasera, y Agujero parche, presentando la particularidad de que las paredes laterales de la oquedad donde se embuten los radiadores y la línea de alimentación no son

lisas, siendo el resultado de la herramienta o proceso utilizado para practicarla.

En el caso de la apertura radiante con cavidad trasera, otros tipos de líneas de alimentación pueden utilizarse.

Este sistema estructural disminuye al máximo los problemas de absorción de radiación y "outgassing" en ambiente espacial, por cuanto que el número de materiales dieléctricos empleados se reduce a dos: la película dieléctrica soporte del fotograbado del circuito de alimentación, y el pegamento necesario para la elaboración de la propia estructura de nido de abeja metálico.

A - Sistema estructural de apertura radiante con cavidad trasera

Desde un punto de vista eléctrico, este sistema estructural consta de dos capas:

La primera capa está formada por la apertura radiante y el circuito de alimentación, que en el caso de la figura 1 está realizado en línea triplaca.

La segunda capa está formada por una estructura "sandwich" con alma de nido de abeja metálico, con un agujero en su interior del mismo o mayor tamaño que la apertura radiante, cuyas paredes laterales no tienen que ser lisas, pudiendo ser el resultado de fresar el nido de abeja metálico.

Esta configuración en un alineamiento de radiadores, presenta un alto nivel de aislamiento entre radiadores. La figura 2 muestra un corte meridiano del diagrama de radiación en polarización circular, obtenido mediante rotación secuencial de las entradas de cuatro aperturas radiantes, cada una trabajando en polarización lineal.

Dependiendo del tipo de aplicación deseada, la capa formada por el circuito de alimentación y la apertura radiante, puede constar de varias subcapas, cada una para diferentes circuitos. Es posible entonces, tener señales ortogonales en la apertura, generadas desde distinta subcapa, con un alto nivel de aislamiento, teniendo un mejor acomodo del circuito de alimentación en el reducido espacio entre aperturas. La figura 3a muestra los cinco planos que componen las dos subcapas en este caso, caracterizadas por los circuitos 30 y 31, respectivamente en la figura. Esta configuración es útil para trabajar en doble polarización circular: señales ortogonales se generan en distinta subcapa, y un acoplo híbrido entre capas se encarga de la dosificación en amplitud y fase. Este acoplo puede realizarse mediante dos o más rendijas hechas en el plano común de las subcapas (ver 32 en la figura 3a). La referencia bibliográfica 1 es un ejemplo de este tipo de acoplo, utilizando diferente línea de transmisión.

Este concepto de subcapas puede ser usado también, para conseguir señales diplexadas, haciendo que las subcapas trabajen a diferente frecuencia (por ejemplo: una en la banda de recepción y otra en la de transmisión). La figura 3b muestra los planos que componen las subcapas para el caso de dos frecuencias, estando caracterizadas cada una de ellas por los circuitos 35 y 36 de la figura.

La posición de la capa que contiene el circuito de distribución, debe situarse en la embocadura del radiador, tal como muestra la figura 1. Sin embargo, toda la capa puede ser embutida en la estructura metálica de nido de abeja, si la línea

de transmisión elegida es de sustrato suspendido. La figura 4 muestra dos secciones (la perpendicular y una de las que contienen a la dirección de propagación) de un tramo recto de este tipo de línea embutida en la estructura. Como puede verse en dicha figura, una característica de esta técnica es que no es necesario que las paredes laterales de la guía de sustrato suspendido sean lisas, pudiendo ser el resultado de fresar el nido de abeja metálico. La optimización de las pérdidas depende de la geometría transversal de la línea de transmisión.

La figura 5 muestra en varios cortes, una apertura radiante con cavidad trasera, cuando la alimentación se realiza por la citada línea de sustrato suspendido.

B - Sistema estructural radiante de agujero parche.

Teniendo en cuenta el hecho citado en apartado anterior, de que la línea de transmisión puede embutirse en la estructura, y que el diámetro del agujero puede ser más pequeño que una longitud de onda, cuando un elemento resonante es colocado en él, es posible tener un elemento radiante en una estructura autoportante delgada, teniendo el mismo espesor que la línea de sustrato suspendido empleada para el circuito de alimentación.

Considerando tres capas en la línea de transmisión: dos de los planos de masa y una tercera, intermedia a las otras, que contiene el circuito; y dependiendo de la capa donde se sitúe el parche metálico, este radiador admite dos alternativas: cuando está situado en la misma capa que el circuito de alimentación, y cuando está situado en uno de los planos de masa, constituyendo la cara radiante del radiador.

La primera alternativa se muestra en la figura 6, en sus diferentes secciones. Cualquier geometría resonante del parche puede emplearse, no condicionando ésta a la del agujero, que puede tener diferente forma y tamaño. La figura 7 muestra, superponiendo ambas geometrías, algunos ejemplos posibles.

La segunda alternativa, que se muestra en la figura 8 en diferentes secciones, tiene el parche metálico en distinta capa que el circuito de alimentación, por lo que si se utiliza un proceso de fotograbado para hacer el circuito, no se puede incluir el parche en el mismo dibujo.

En esta segunda alternativa, el parche metálico queda aislado eléctricamente, dentro de un círculo en uno de los planos de masa de la línea de alimentación, como si de una rendija circular se tratase.

Esto puede ocasionar problemas debido a posibles descargas electrostáticas, pero pueden utilizarse hilos conductores de longitud un cuarto de la longitud de onda, dispuestos en la rendija tal como muestra la figura 8 y se cita en la referencia bibliográfica 3, eliminando los problemas.

La figura 1 muestra varios cortes del sistema estructural de apertura radiante con cavidad trasera, alimentado con línea triplaca.

(10) es la metalización de la cara radiante.

(10) y (11) son los dos planos de masa de la línea triplaca, cada uno con un agujero circular.

(12) es la cinta central de la línea triplaca.

(13) es la película dieléctrica que soporta la cinta (12) de la línea triplaca.

(14) es el sustrato de la línea triplaca.

(15) es el nido de abeja metálico de la estructura soporte, con una oquedad por radiador.

(16) es el plano de masa trasero del radiador.

La figura 2 muestra un corte meridiano del diagrama de radiación de un sistema estructural de cuatro aperturas radiantes con cavidad trasera, trabajando en 'polarización lineal, y alimentado según un giro secuencial para conseguir polarización circular.

La figura 3 muestra dos aplicaciones del sistema estructural radiante cuyo circuito de alimentación está separado en dos capas: 3a) para polarización circular dual, y 3b) para señales autoduplexadas.

(30) es el circuito de distribución que genera la polarización lineal de una capa.

(31) es el circuito de distribución que genera la polarización lineal de la otra capa. (30) y (31) dan polarizaciones lineales ortogonales.

(32) son las rendijas de acoplo del híbrido.

(33) es la entrada para conseguir polarización circular a derechas.

(34) es la entrada para conseguir polarización circular a izquierdas.

(35) es la cinta central del circuito de distribución para conseguir polarización circular.

(36) es la cinta central del circuito de distribución para conseguir polarización circular a distinta frecuencia del circuito (35).

La figura 4 muestra varios cortes de una línea de sustrato suspendido.

(40) y (41) son los planos de masa de la línea de transmisión.

(42) es la cinta central.

(43) es la película dieléctrica que soporta la cinta (42).

(44) es el nido de abeja metálico.

(45) y (46) son las paredes laterales de la guía que encierra la línea de sustrato suspendido.

La figura 5 muestra varios cortes del sistema estructural de apertura radiante con cavidad trasera, alimentado desde línea de sustrato suspendido.

(50) es la metalización de la cara radiante, con un agujero por radiador.

(50) y (51) son los planos de masa de la línea de sustrato suspendido.

(52) es la línea central de la línea de sustrato suspendido.

(53) es la película soporte de la cinta (52).

(54) es el nido de abeja metálico de la estructura. La cavidad trasera del radiador y la línea de alimentación están embutidos en esta estructura metálica.

(5) es el plano de la masa trasero del radiador.

La figura 6 muestra varios cortes del sistema estructural de agujero parche, cuando la metalización del parche está en el mismo plano que el circuito de alimentación.

(60) es uno de los planos de masa de la línea de alimentación, situado en la cara radiante y con un agujero por radiador.

(61) es el plano de masa trasero de la antena.

(62) es la metalización del parche, colocada entre ambos planos de masa (60) y (61).

(63) es la cinta central de la línea de alimentación. Está situada en la misma superficie que (62).

(64) es la película dieléctrica que soporta a (62) y (63).

(65) es el nido de abeja metálico de la estructura. Hay una oquedad por radiador, y en él está embutida la guía del circuito de alimentación.

La figura 7 muestra diferentes formas geométricas, superpuestas, de la pareja agujero y parche, válidas para el sistema estructural de agujero parche.

La figura 8 muestra varios cortes del sistema estructural cuando la metalización del parche está en uno de los planos de masa de la línea de alimentación.

(80) es el plano de masa de la línea de alimentación situado en la cara radiante.

(81) es el plano de masa trasero de la línea de alimentación y del radiador.

(82) es la metalización del parche, que está colocada en el mismo plano que (80).

(83) son cuatro hilos de longitud un cuarto de la longitud de onda, para evitar descargas electrostáticas. Cuatro son necesarios para trabajar en polarización circular, y dos en lineal.

(84) es la película que soporta a (80), (82) y (83).

(85) es la cinta central de la línea de alimentación.

(86) es la película dieléctrica que soporta a (85).

(87) es el nido de abeja metálico de la estructura.

Ejemplo

Con un sistema estructural de cuatro aperturas radiantes, y formado por cuatro agujeros de contorno circular de 110mm de diámetro, centrados en los vértices de un cuadrado de 168mm de lado, alimentados en rotación secuencial desde línea triplaca, con una única entrada cada uno, se ha obtenido el diagrama de radiación mostrado en la figura 2, con 11.3 dBi de ganancia, 1.8 dB de razón axial, y una anchura de haz a -3 dB de 25 grados.

Con una línea de sustrato suspendido de 1.4 metros de longitud, embutida en una estructura "sandwich", teniendo las siguientes dimensiones transversales: guía de 20mm de ancho y 6mm de altura, con una anchura de cinta de 8.7mm en la línea (lo que corresponde a 50 Ohms de impedancia), se obtienen unas pérdidas de transmisión de 0.22 dB/m.

Referencias

- 1 - Tanaka T, Tsunoda K and Aikawa M. "Slot-coupled direccional couplers between double-sided substrate microstrip lines and their and their applications". IEEE MTT p 1752-1757, v 36 n 12. December 1988.
- 2 - Rammos E. "Suspended-substrate line antenna fits 12 GHz satellite applications". MSN, March 1984.
- 3 - Solicitud de patente 9001127.

REIVINDICACIONES

1. Sistema estructural de apertura radiante con cavidad trasera, en tecnología de nido de abeja, **caracterizado** porque está formado por las siguientes capas:

- una que contiene las aperturas radiantes y el circuito de alimentación, realizado en línea triplaca, microbanda o cualquier otra línea de transmisión, estando situada dicha línea en la embocadura del radiador, siendo el espesor de esta capa el de la línea, y

- otra formada por una oquedad realizada en una estructura "sandwich" de nido de abeja metálico, soporte del radiador, que constituye la cavidad trasera. Las paredes laterales de la oquedad no son lisas, presentando el acabado dejado por la herramienta utilizada para practicarla. El espesor de esta capa es de aproximadamente un cuarto de la longitud de onda, y en el lado opuesto a la apertura, un plano metálico hace de plano de masa del radiador, evitando la radiación trasera.

2. Sistema estructural según se define en la reivindicación 1, **caracterizado** porque la capa que contiene al circuito de alimentación, está separada en varias subcapas, en función de la aplicación deseada. Todas ellas están situadas en la embocadura del radiador, y su espesor depende del número de circuitos empleados.

3. Línea de transmisión de sustrato suspendido embutida en una estructura "sandwich" de nido de abeja metálico, **caracterizada** porque las paredes laterales no son lisas, presentando el acabado dejado por la herramienta utilizada para practicar la cavidad de la guía en el nido de abeja.

4. Sistema estructural según se define en la reivindicación 1, **caracterizado** porque el cir-

cuito de alimentación está realizado con la línea de transmisión definida en la reivindicación 3.

5. Sistema estructural según se define en la reivindicación 2, **caracterizado** porque el circuito de alimentación está realizado con la línea de transmisión definida en la reivindicación 3.

6. Sistema estructural radiante agujero parche, **caracterizado** porque está formado por un parche, alimentado por la línea definida en la reivindicación 3, y alojado en una oquedad practicada en la estructura donde se embute la línea de alimentación. La metalización del parche y la del circuito de alimentación están contenidas en el mismo plano, siendo el espesor de la línea, doble del espesor del parche.

7. Sistema estructural radiante agujero parche, **caracterizado** porque está formado por un parche, alimentado por la línea definida en la reivindicación 3, y alojado en una oquedad practicada en la estructura donde se embute la línea de alimentación. La metalización del parche está situada en el mismo plano que uno de los planos de masa de la línea, siendo el espesor de la línea, el mismo que el espesor del parche. Hilos de longitud un cuarto de la longitud de onda pueden usarse para evitar potenciales flotantes, poniendo al parche en contacto eléctrico con el plano de masa.

8. Sistema estructural radiante según reivindicaciones anteriores, para aplicación en ambiente espacial.

9. Sistema estructural radiante según reivindicaciones anteriores, para aplicación aeronáutica, marítima o terrestre.

10. Sistema estructural radiante según reivindicaciones anteriores, para aplicación a cualquier frecuencia o banda del espectro electromagnético.

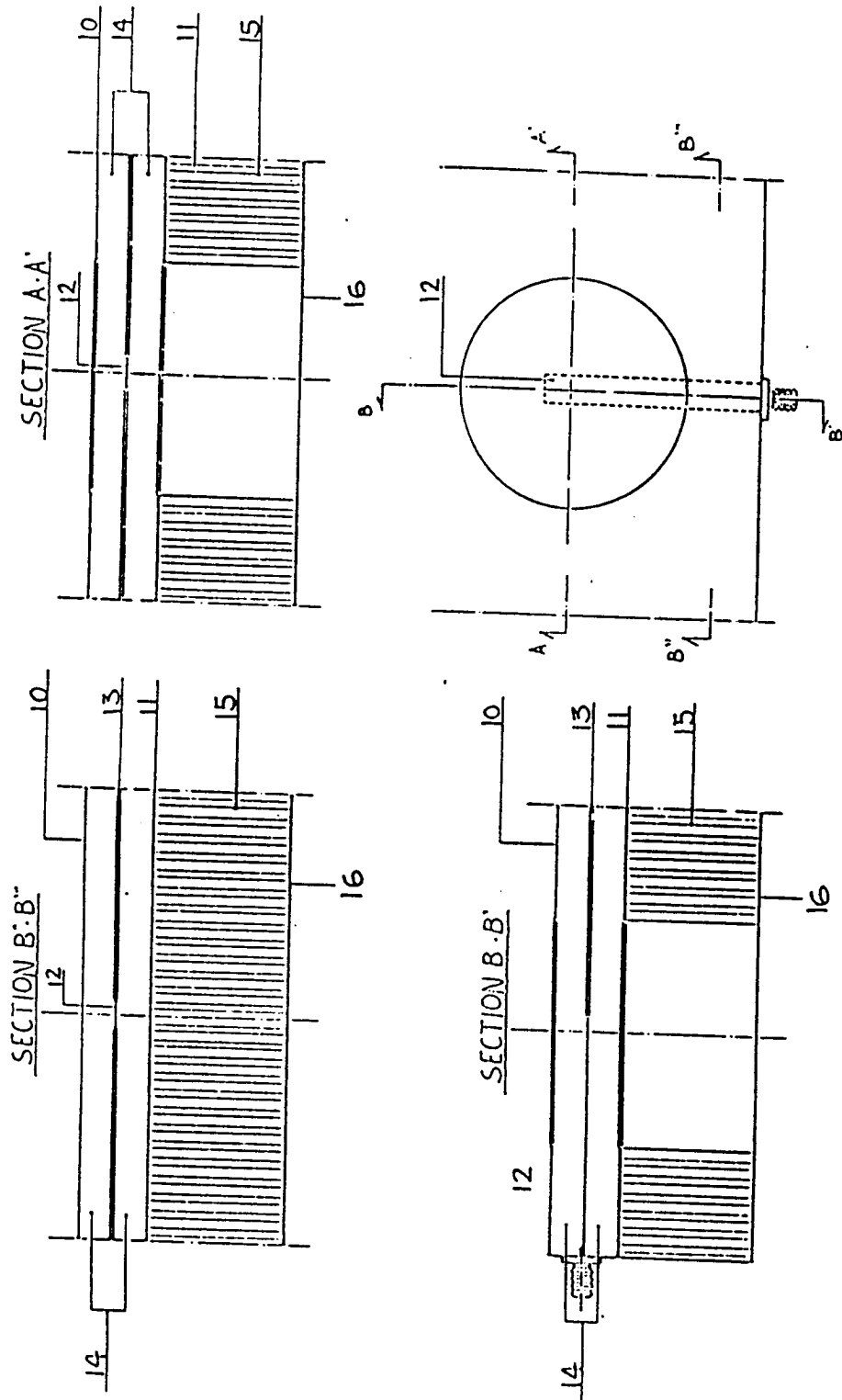


Figure 1

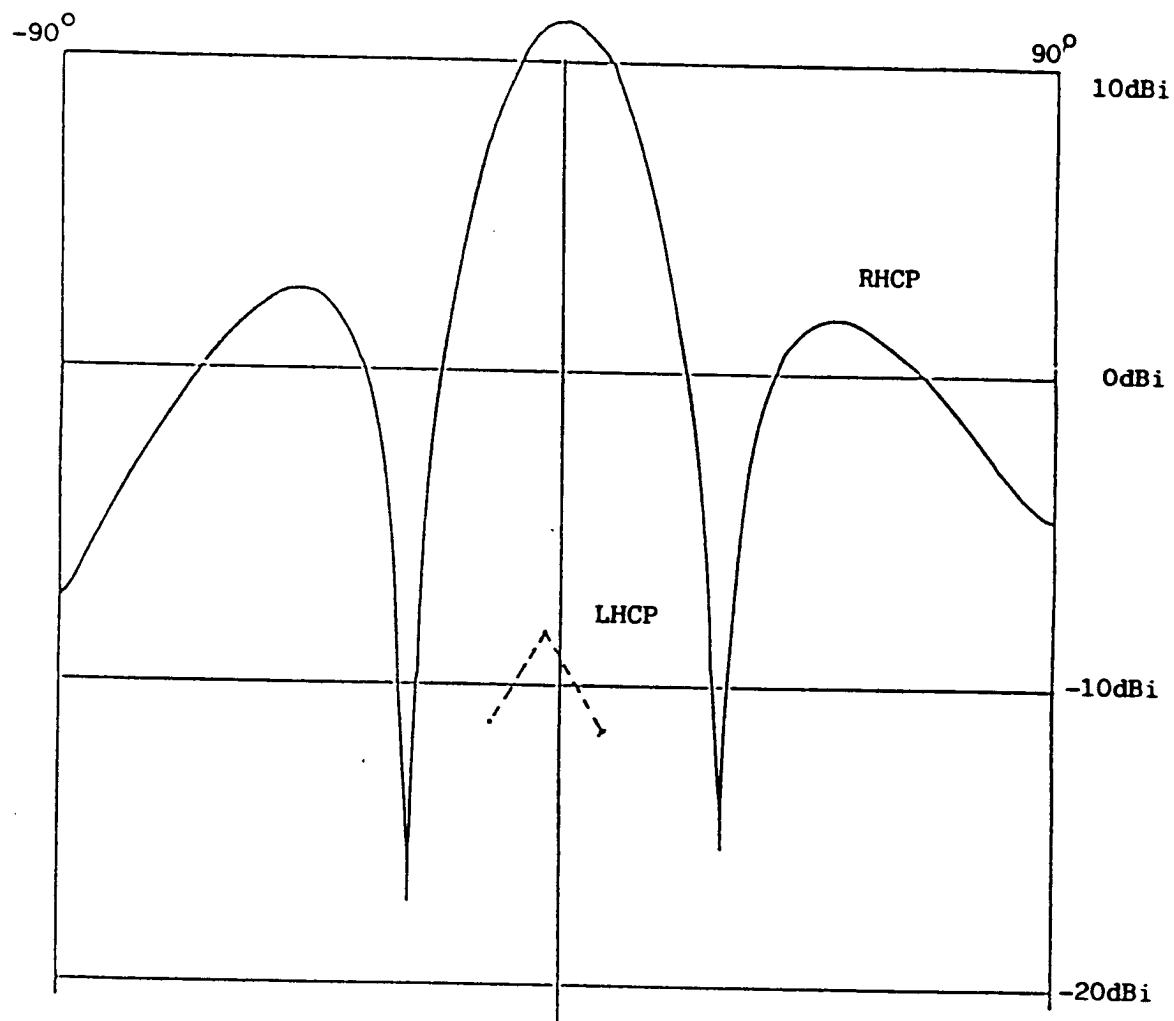


Figura 2

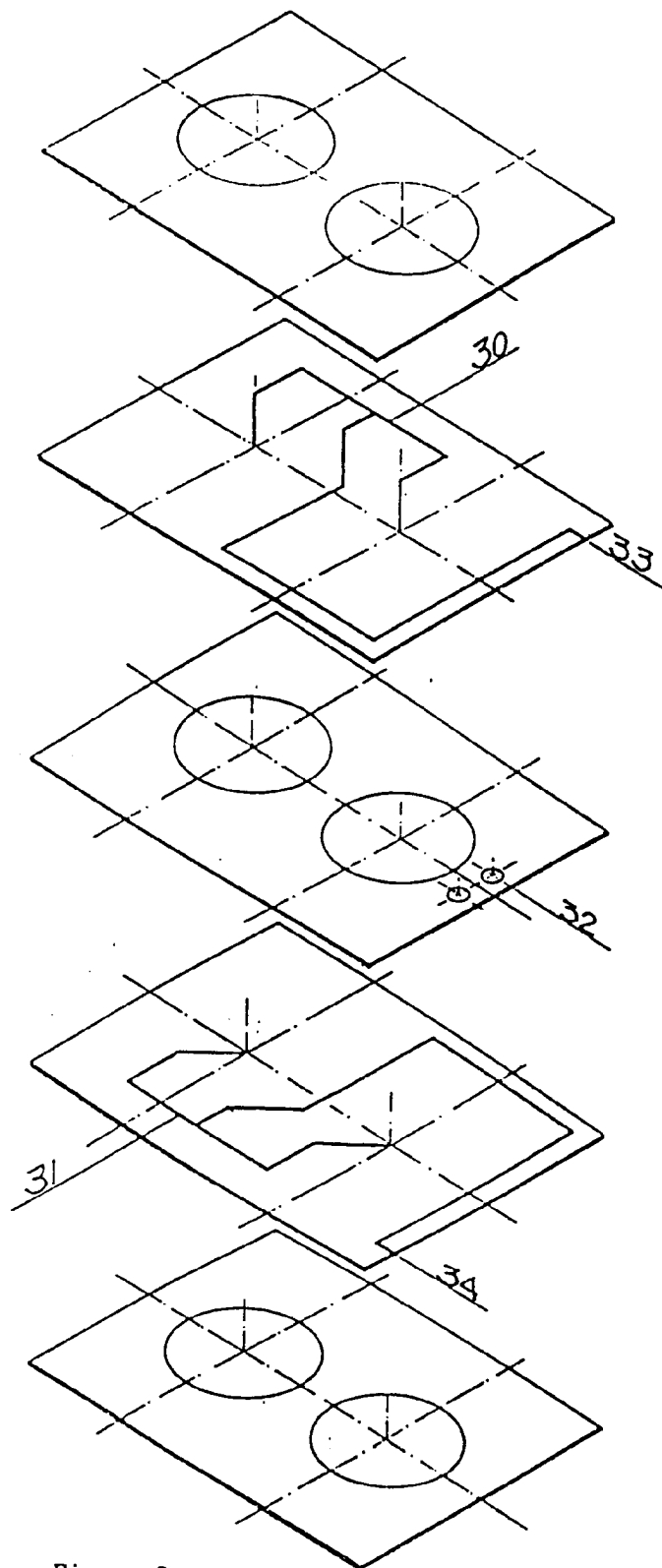


Figura 3a

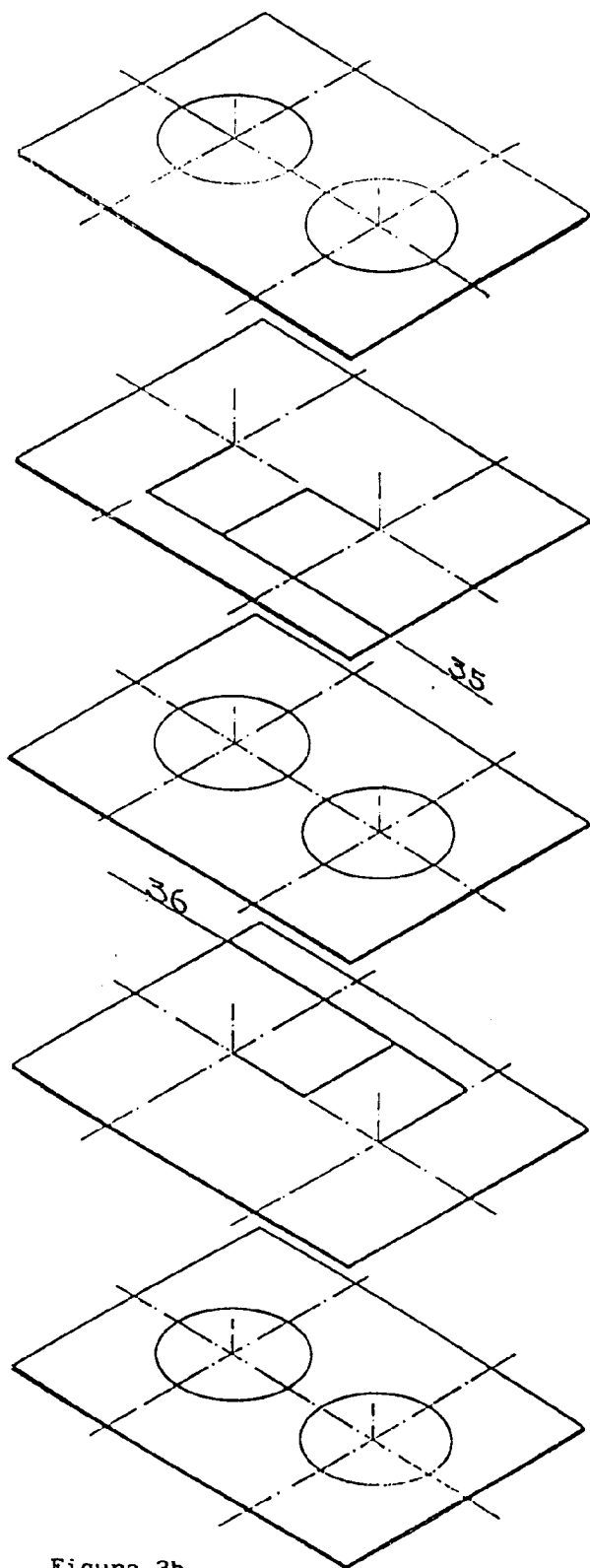


Figura 3b

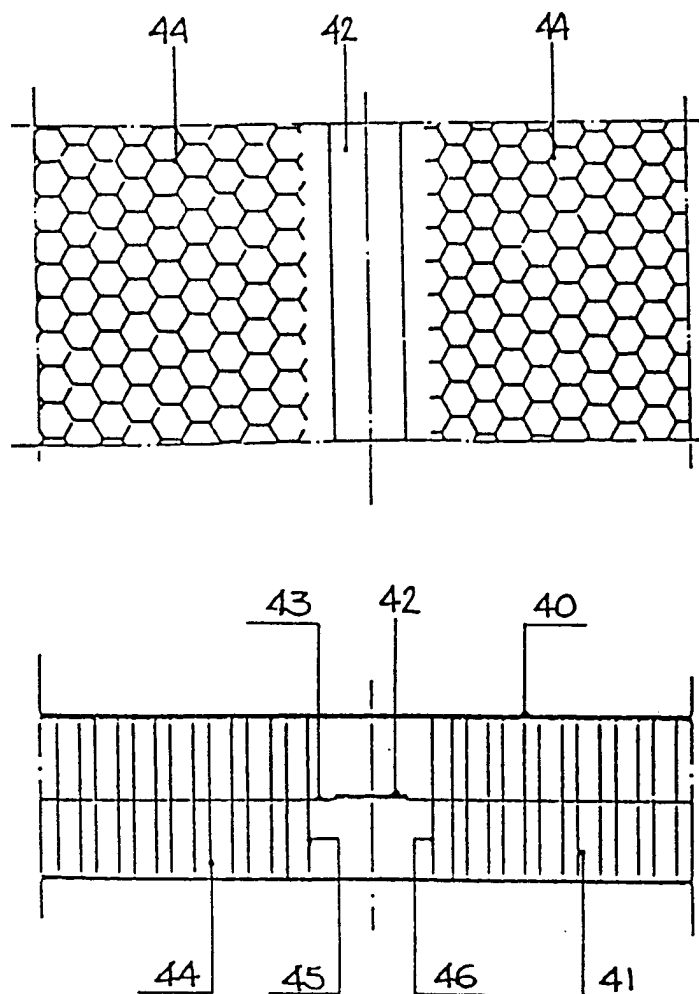


Figura 4

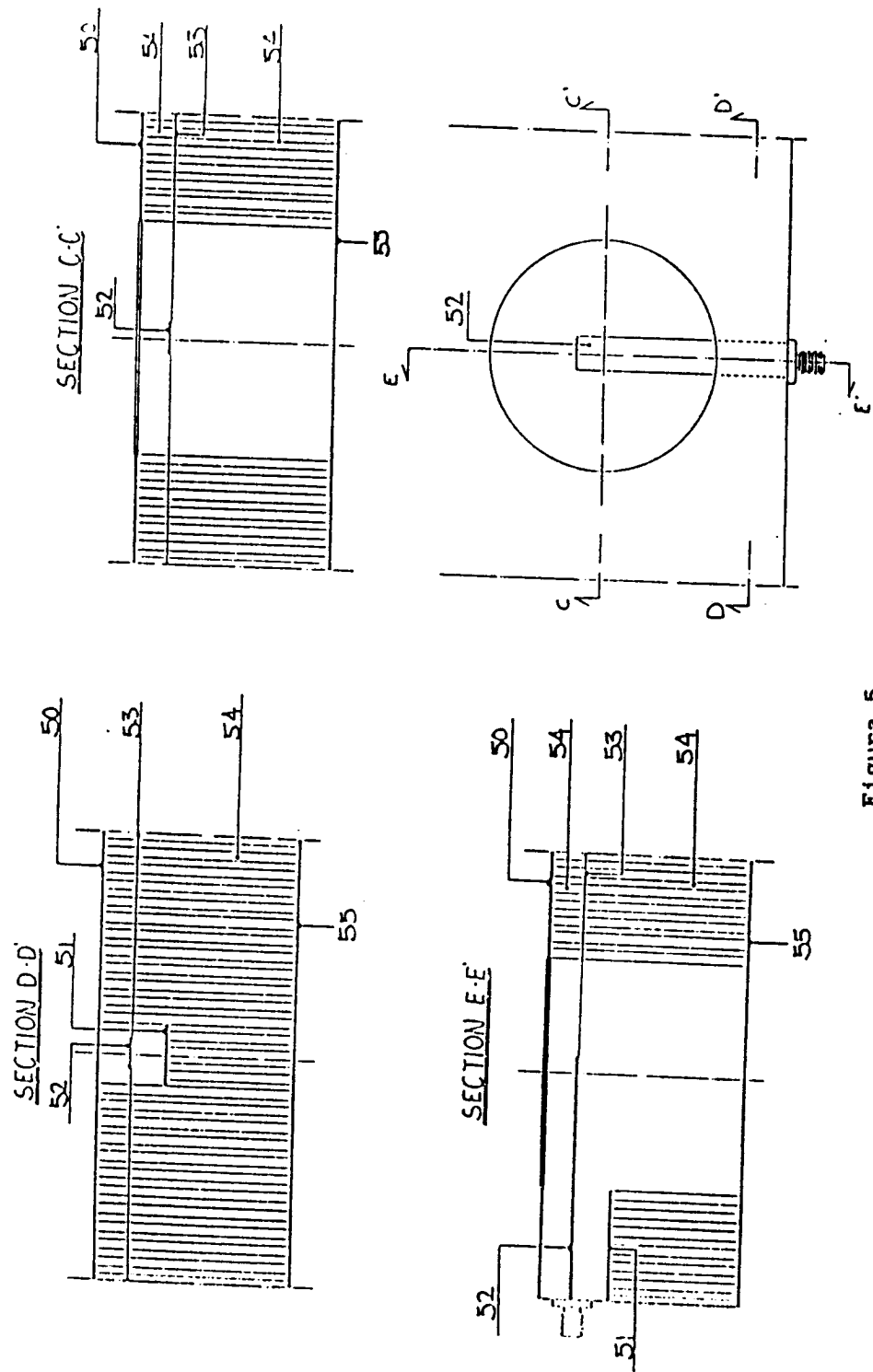


Figure 5

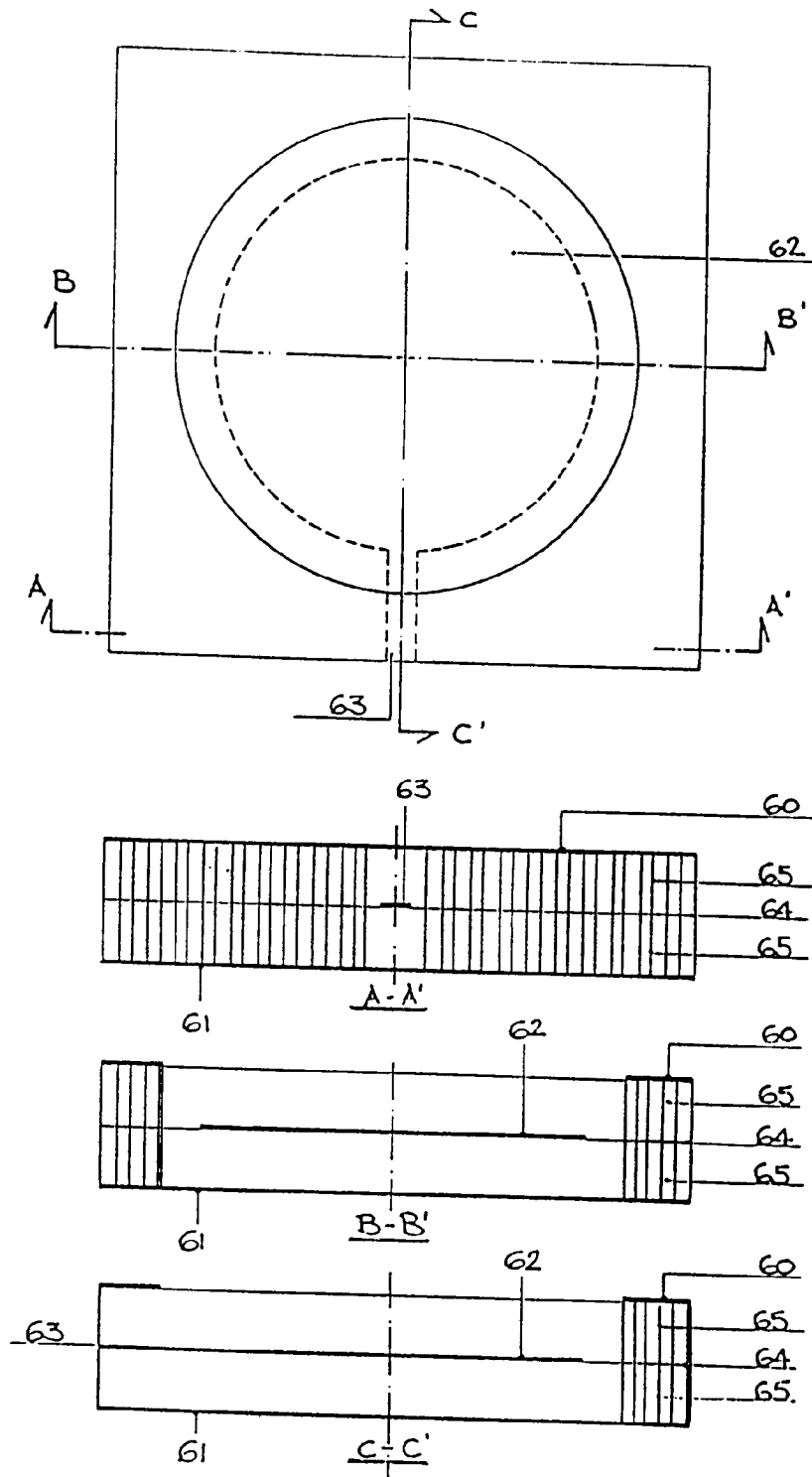


Figura 6

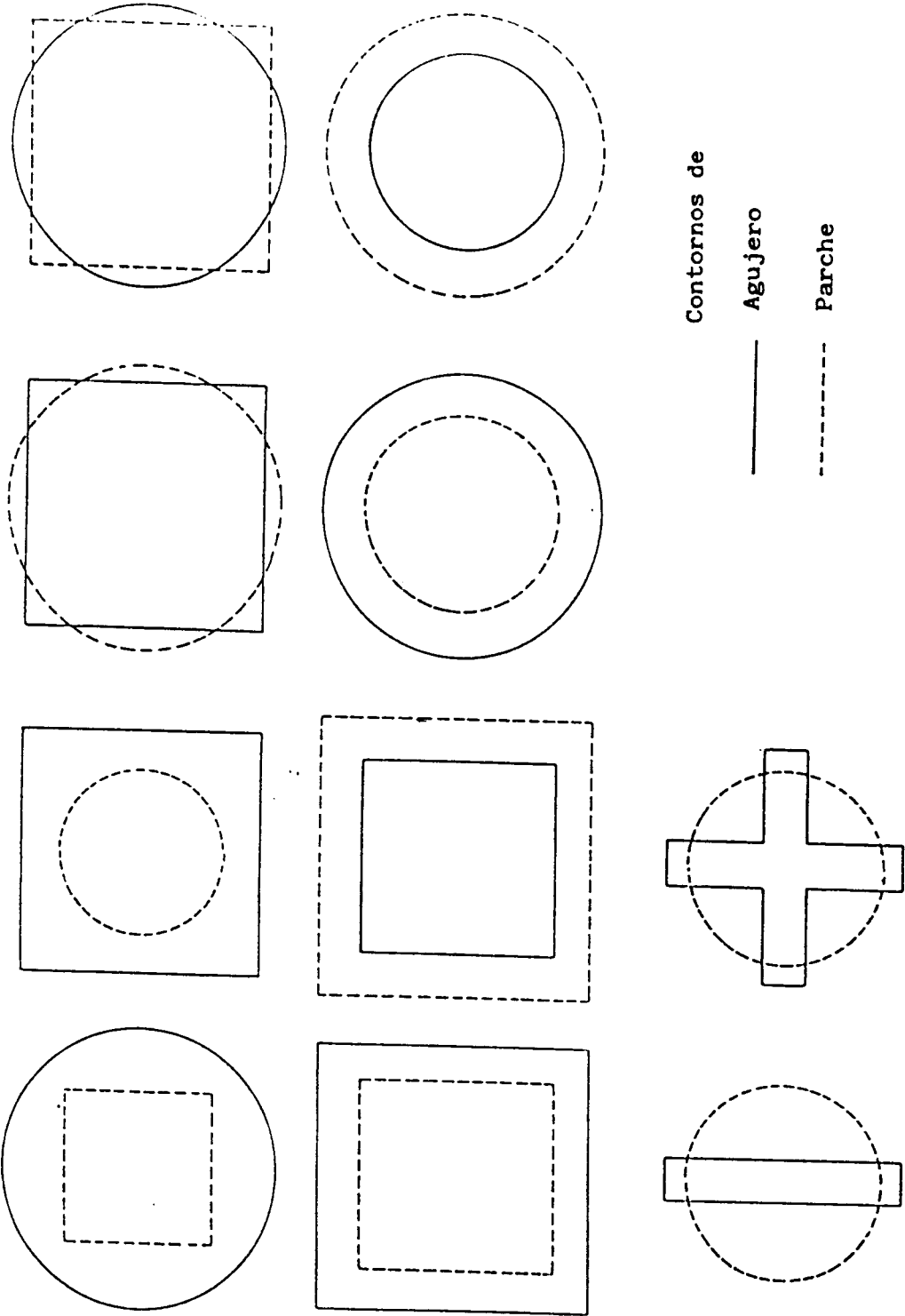


Figura 7

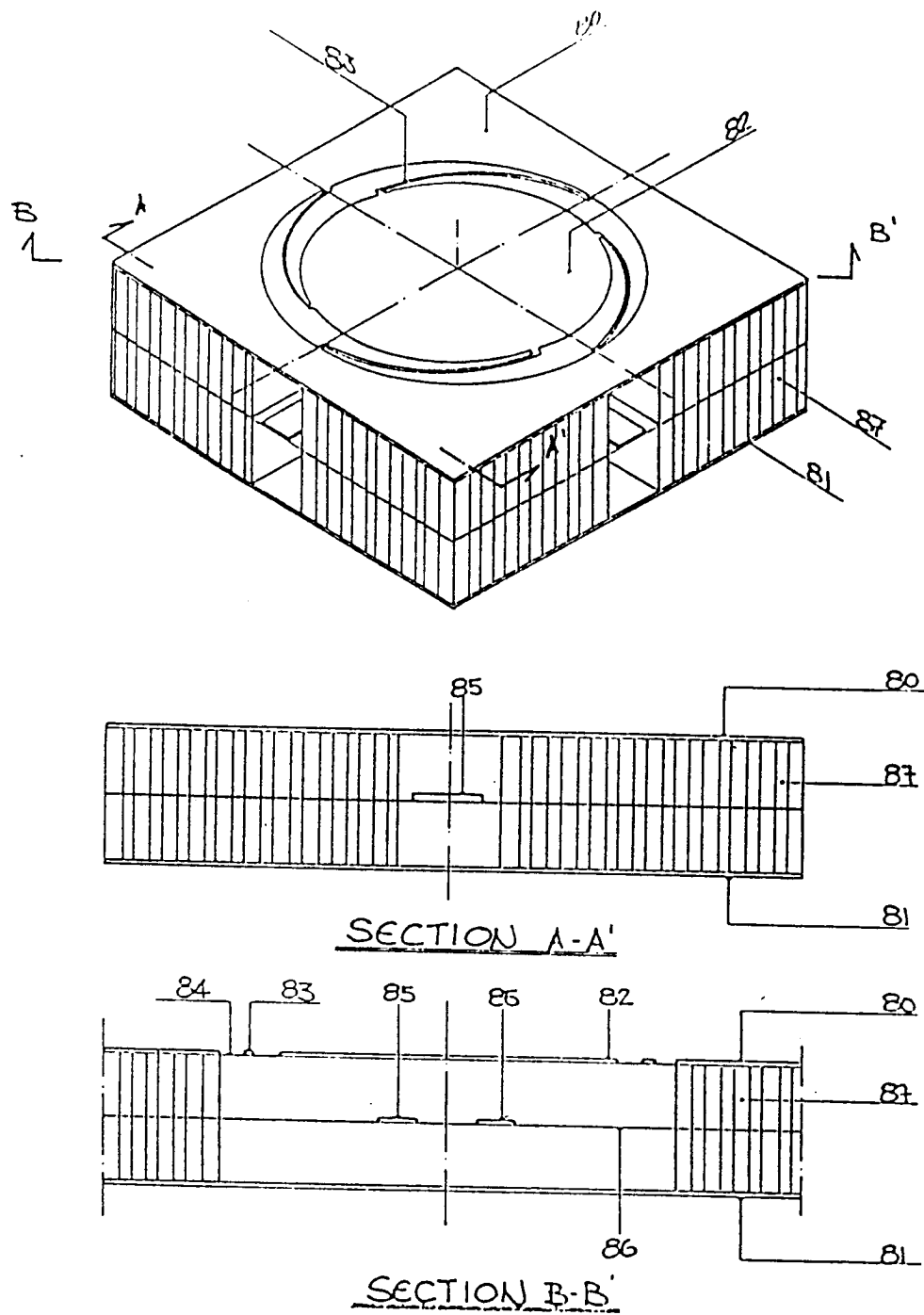


Figura 8